

★NIUL V06 1999-536212/45 ★JP 11235087-A

**Drive control method for three phase motor such as DC brushless motor — involves performing drive control of three phase motor with PWM current control signal output from logic circuit, by controlling ON-OFF operation of switching elements**

NIPPON ELECTRIC IND CO LTD 1998.02.16 1998JP-050074

X13 (1999.08.27) H02P 7/63

NOVELTY - Signal from control current command circuit (10) and detected current from current sensor (7) are input and compared in an operational amplifier (9). The output from operational amplifier is input to a logical circuit which performs drive control of three phase motor along PWM current control signal, by controlling ON-OFF operation of switching elements (1-6). DETAILED DESCRIPTION - Parallel connection of switches and three half bridge circuits are performed to ends of DC power. Current sensor (7) performs and detects current flow into each switch, and signals from control current command circuit are input into operational amplifier. The output of the amplifier is input into the logical circuit which comprises six EXNOR circuits (14-19) and three NOT circuits (11-13) to which pulse signals with phase shift of 120 ° are input. The PWM signal is generated from the logic circuit.

**Use:** In three phase motor such as DC brushless motor or induction motor.

**Advantage:** Materializes inexpensive motor drive control procedure, thereby reducing motor noise. DESCRIPTION OF DRAWING(S) - The diagram shows the component of motor drive circuit. (1-6) Switching elements; (7) Current sensor; (9) Operational amplifier; (10) Control current command circuit; (11-13) NOT circuits; (14-19) EXNOR circuits. (5pp Dwg.No.1/5)

**N1999-398915**

## NOTICES \*

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

## DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention relates to the variable speed drive field of DC brushless motor or an induction motor.

[0002]

[Description of the Prior Art] Many control circuits and control approaches are developed about the drive control means of DC brushless motor or an induction motor, and one of them is shown in drawing 5. In drawing 5, the drive circuit of a motor 110 is equipped with two switching devices 101 and 102 and three arms which carried out series connection of 103, and 104, 105 and 106, and constituted it, respectively, and parallel connection of the both ends of each arm has been carried out to the both ends of DC power supply (not shown). Moreover, the current sensor 107, 108, 109 is formed between the node of the switching devices in each arm, and the output terminal of a motor 110. Each switching device is equipped with the diode which carried out antiparallel connection, and serves as commutation diode when a switching device becomes off.

[0003] About the control approach of carrying out on-off control of the switching device in the motorised circuit mentioned above, and driving a motor, various kinds of approaches are well-known, and there are a 120-degree energization drive approach, the 180-degree sine wave drive approach, etc. as the cheap control approach. The control approach in drawing 5 is the example which adopted the 180-degree sine wave drive approach, and the sinusoidal signal of a three phase circuit with which about 120 degrees of phases which a wave-like polarity reverses for 180 degrees of every electrical angles shifted is compared in the detecting signal and operational amplifiers 111-113 from current sensors 107-109 as a command signal from the control current command circuit 120. The logical circuit is constituted so that the detecting signal of operational amplifiers 111-113 may be 120 degree spacing of phase contrast and may turn on and off the switching device 101 in the drive circuit of a motor 110, 102, 103 and 104, and 105 and 106 by turns among each group.

[0004]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] According to the sinusoidal drive approach of 180-degree energization mentioned above, the torque ripple and motor noise of a motor may fully be low, but a sine wave must be made in a control circuit, and it becomes complicated circuitry, and becomes an expensive rank.

[0005] Moreover, it comes out [there is a commercial item to which the control system was summarized for one high Brit IC, can constitute a control circuit from a 120 degree energization drive approach easily, and] and is cheap. However, since on-off control of \*\* et al. and the 120-degree square wave current is carried out, a big torque ripple occurs, and a motor noise also becomes large.

[0006]

[Means for Solving the Problem] After this invention was made in order to cancel the fault of the conventional technique mentioned above, and only the forward direction current which flows into a switching device was detected and put in block by the current sensor and comparing this detecting signal with a control current command signal If calculate with the square wave signal of 120 degrees of phase contrast by 180-degree DEYUDI for three phase circuits, an PWM current control signal is made to generate and on-off control of each switching device is carried out with these signals 3 sets of half bridge circuits are operated with the phase of 120 degrees, and the false sinusoidal current control of the direction of a current which changes every 60 degrees is attained.

[0007]

[Embodiment of the Invention] Hereafter, the example of this invention is explained, referring to a drawing. Drawing 1 is an example by this invention, and is the block diagram showing the configuration of the drive

circuit applied also to DC brushless motor or an induction motor. In drawing 1, parallel connection of the three half bridge circuits which consist of two switching devices 1 which carried out the series connection, 2, 3 and 4, and 5 and 6 has been carried out to the both ends of DC power supply, and the node of the switching devices in each half bridge circuit is connected to the output terminal of a motor 8 through LC circuit which consists of reactors 20-22 and the juxtaposition capacitors 23-25. Moreover, the circuit which carries out the series connection of two diodes 26, 27, 28 and 29, and 30 and 31, respectively, and has carried out parallel connection to the both ends of DC power supply constitutes commutation diode when switching devices 1-6 become off.

[0008] Since the current sensor 7 is inserted between the source terminals of a switching device 2 the anode side of the commutation diode 31, it detects collectively the forward direction current which flows into each switching device, i.e., the current which flows from a switching device to the minus pole of DC power supply. The control current command value corresponding to the rotational speed and torque of a motor is outputted from the control current command circuit 10, and is inputted and compared with an operational amplifier 9 with the detecting signal of a current sensor 7. On the other hand, it is the square wave which carries out on-off control for 180 degrees of every electrical angles, and the carrier signal of the three phase circuit from which about 120 degrees of phases shifted is inputted into one terminal of the EXNOR circuits 14, 16, and 18 through NOT circuits 11, 12, and 13 while inputting it into one terminal of the EXNOR circuits 15, 17, and 19. The output signal from an operational amplifier 9 is constituted so that it may input into the other-end child of the EXNOR circuits 14-19, and the carrier signal of said three phase circuit and the output signal of an operational amplifier 9 are calculated in the EXNOR circuits 14-19, and generate the gate signal of switching devices 1-6.

[0009] Drawing 2 is another example by this invention, and each switching device which constitutes a motorised circuit is equipped with the diode which carried out antiparallel connection. Moreover, a current sensor 71, 72, and 73 It has prepared, respectively between the source terminal of switching devices 2, 4, and 6, and the minus pole of DC power supply, in order to detect only the ON state current of the switching devices 2, 4, and 6 mentioned above -- a current sensor 71, 72, and 73 from -- a detecting signal -- diode 201, 202, and 203 It minds, inputs into an operational amplifier 9, and is compared with the command value from the control current command circuit 10. The approach of making input into NOT circuits 11, 12, and 13 and the EXNOR circuits 14-19 the detecting signal of an operational amplifier 9, and 180-degree duty for three phase circuits and the three-phase-circuit signal with which about 120 degrees of phases shifted, calculating, and generating the gate signal of switching devices 1-6 is the same as that of the thing in drawing 1.

[0010] Gate signal Q1 -Q6 outputted from the EXNOR circuits 14-19 in drawing 1 and drawing 2 The current wave form of U phase generated by the switching devices 1-6 by which input these gate signals as a signal wave form, and on-off control is carried out, V phase, and W phase serves as a false sine wave as shown in drawing 4. That is, 3 sets of half bridge circuits which consist of two switching devices constitute six switching devices, respectively, 180 degrees is energized, carrying out PWM current control, and about 120 degrees, three circuits shift a phase, respectively and are operated. For this reason, it turns out that the direction of a current has changed every 60 degrees. controlling the forward direction current which flows into a switching device by package, and carrying out on-off control of the PWM switching of a switching device by the package signal -- moreover, the current which flows into a motor is as being able to consider as the false sine wave which changes every 60 degrees, and being shown in drawing 3 by using change of the circuit impedance of a load side motor. Furthermore, as shown in drawing 1, it can bring close to a sine wave by inserting easy LC circuit between a drive circuit and a motor.

[0011]  
[Effect of the Invention] In the drive circuit which constituted three half bridge circuits by six switching devices as explained above The current sensor which detects collectively the forward direction current which flows into each switching device is prepared. When on-off control of the three half bridge circuits is carried out by carrying out comparison control of the signal of 120 degrees of phase contrast, and the detecting signal from a current sensor by 180-degree duty for three phase circuits, the false sinusoidal current from which the direction of a current changes every 60 degrees is generated, and a motor is made to drive. Therefore, since a false sine wave drive is attained by the cheap approach which hardly changes to cheap 120-degree drive circuit by the conventional technique, a torque lip and a motor noise can also realize few drive approaches.

---

[Translation done.]

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平11-235087

(43)公開日 平成11年(1999) 8月27日

(51)Int.Cl.<sup>8</sup>

H 0 2 P 7/63

識別記号

3 0 2

F I

H 0 2 P 7/63

3 0 2 D

審査請求 未請求 請求項の数1 F D (全 5 頁)

(21)出願番号

特願平10-50074

(22)出願日

平成10年(1998) 2月16日

(71)出願人 000004248

日本電気精器株式会社

東京都墨田区堤通一丁目19番9号

(72)発明者 雨海 秀行

東京都墨田区堤通1丁目19番9号 日本電

気精器株式会社内

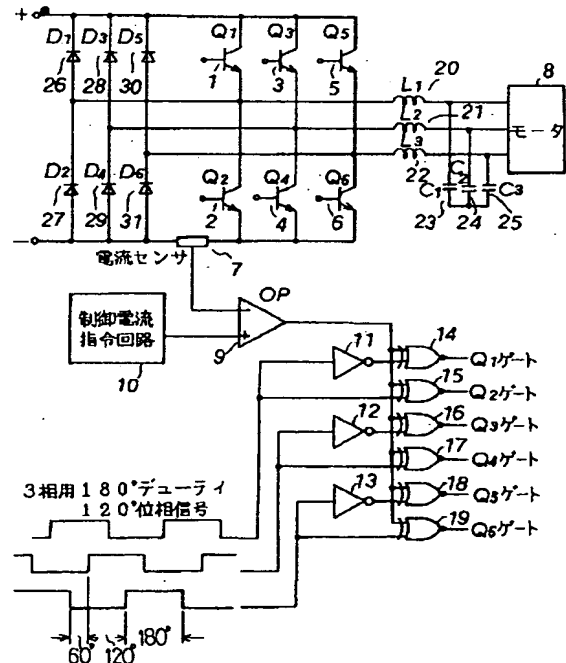
(74)代理人 弁理士 増田 竹夫

(54)【発明の名称】 一括電流制御によるモータの駆動制御方法

(57)【要約】

【課題】 安価でトルクリプルやモータ騒音の少ないモータ駆動方法を実現する。

【解決手段】 2つのスイッチ素子1と2、3と4、5と6より成る3つのハーフブリッジ回路を直流電源の両端に並列接続すると共に、夫々のアームにおけるスイッチ素子同士の接続点を3相モータの出力端子に接続して構成した3相モータの駆動回路であって、夫々のスイッチ素子から直流電源のマイナス極へ流れる電流のみを一括して検出する電流センサ7を設け、制御電流指令回路10からの信号と前記電流センサ7の検出電流とをオペアンプ9に入力させて比較し、さらに、180°デューティ・位相差120°の3相信号とオペアンプ9の出力信号とをEXNOR回路、NOT回路より成る論理回路に入力させて演算し、この論理演算によるPWM制御信号により夫々のスイッチ素子をオン・オフ制御して擬似正弦波電流をモータに供給する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 2つのスイッチ素子を直列接続したハーフブリッジ回路3組より成り、夫々のハーフブリッジ回路の両端を直流電源の両端に並列接続すると共に、夫々のハーフブリッジ回路におけるスイッチ素子同士の接続点を3相モータの出力端子に接続して構成した3相モータの駆動回路において、

夫々のスイッチ素子に流れ込む正方向電流のみを一括して検出する電流センサを設け、前記3相モータに要求される回転速度やトルクに対応する制御電流指令値と前記電流センサの検出電流とをオペアンプに入力させて比較し、電気角 $180^\circ$ 毎にオン・オフを繰り返す方形波であって、位相差 $120^\circ$ の3相の搬送波信号と前記オペアンプからの出力信号とを6つのEXNOR回路と3つのNOT回路より成る論理回路に入力させて演算し、前記論理演算より生成されたPWM電流制御信号により、前記3相モータの駆動回路を構成する3組のハーフブリッジ回路を夫々 $120^\circ$ 位相をずらして駆動制御するようにしたことを特徴とする一括電流制御によるモータ駆動制御方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、DCブラシレス・モータやインダクション・モータの可変速駆動分野に関する。

## 【0002】

【従来の技術】DCブラシレス・モータやインダクション・モータの駆動制御手段については数多くの制御回路と制御方法が開発されており、その1例を図5に示す。図5において、モータ110の駆動回路は夫々2つのスイッチ素子101と102、103と104、105と106を直列接続して構成した3つのアームを備えており、夫々のアームの両端は直流電源（図示せず）の両端に並列接続してある。また、夫々のアームにおけるスイッチ素子同士の接続点とモータ110の出力端子間には電流センサ107、108、109が設けてある。夫々のスイッチ素子は逆並列接続したダイオードを備えており、スイッチ素子がオフとなった時における転流ダイオードとなる。

【0003】上述したモータ駆動回路におけるスイッチ素子をオン・オフ制御してモータを駆動する制御方法については各種の方法が公知であり、安価な制御方法としては $120^\circ$ 通電ドライブ方法や $180^\circ$ 正弦波ドライブ方法等がある。図5における制御方法は $180^\circ$ 正弦波ドライブ方法を採用した例であって、電気角 $180^\circ$ ごとに波形の極性が反転する $120^\circ$ 位相のずれた3相の正弦波信号が、制御電流指令回路120からの指令信号として電流センサ107～109からの検出信号とオペアンプ111～113において比較される。オペアンプ111～113の検出信号は、モータ110の駆動回

路におけるスイッチ素子101と102、103と104および105と106を位相差 $120^\circ$ 間隔で、かつ夫々のグループ間においては交互にオン・オフするように論理回路が構成してある。

## 【0004】

【発明が解決しようとする課題】上述した $180^\circ$ 通電の正弦波ドライブ方法によるとモータのトルクリップルやモータ騒音は十分に低くてよいが、制御回路内で正弦波を作り出さなくてはならず、複雑な回路構成となって高価格になる。

【0005】また、 $120^\circ$ 通電ドライブ方法では、制御系を1つのハイブリットICにとりまとめた市販品があり、制御回路を簡単に構成できて安価である。しかし乍ら、 $120^\circ$ 方形波電流をオン・オフ制御するものであるから大きなトルク・リップルが発生し、モータ騒音も大きくなる。

## 【0006】

【課題を解決するための手段】本発明は、上述した従来技術の欠点を解消するためになされたものであって、スイッチ素子に流れ込む正方向電流のみを電流センサによって検出して一括し、この検出信号を制御電流指令信号と比較したうえで、3相用の $180^\circ$ デューディで位相差 $120^\circ$ の方形波信号と演算してPWM電流制御信号を生成させ、これらの信号によって夫々のスイッチ素子をオン・オフ制御すると、3組のハーフブリッジ回路は位相 $120^\circ$ で運転され、電流方向は $60^\circ$ 毎に切り替わる擬似正弦波電流制御が可能となる。

## 【0007】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施例を図面を参照しながら説明する。図1は、本発明による実施例であって、DCブラシレス・モータまたはインダクション・モータにも適用される駆動回路の構成を示すブロック図である。図1において、直列接続した2つのスイッチ素子1と2、3と4および5と6より成る3つのハーフブリッジ回路は、直流電源の両端に並列接続してあり、夫々のハーフブリッジ回路におけるスイッチ素子同士の接続点はリアクタ20～22および並列コンデンサ23～25より成るLC回路を介してモータ8の出力端子に接続してある。また、2つのダイオード26と27、28と29および30と31を夫々直列接続して直流電源の両端に並列接続してある回路は、スイッチ素子1～6がオフとなった時における転流ダイオードを構成している。

【0008】電流センサ7は転流ダイオード31のアノード側とスイッチ素子2のソース端子との間に挿入してあるので、夫々のスイッチ素子に流れ込む正方向電流、即ちスイッチ素子から直流電源のマイナス極へ流れる電流のみを一括して検出する。モータの回転速度やトルクに対応する制御電流指令値は、制御電流指令回路10から出力され、電流センサ7の検出信号と共にオペアンプ

9に入力して比較される。一方、電気角 $180^\circ$ 毎にオン・オフ制御する方形波であって、 $120^\circ$ 位相のずれた3相の搬送波信号は、EXNOR回路15、17、19の一方の端子に入力すると共に、NOT回路11、12、13を介してEXNOR回路14、16、18の一方の端子に入力する。オペアンプ9からの出力信号はEXNOR回路14～19の他方の端子に入力するように構成されており、前記3相の搬送波信号とオペアンプ9の出力信号はEXNOR回路14～19において演算され、スイッチ素子1～6のゲート信号を生成する。

【0009】図2は、本発明によるもう1つの実施例であって、モータ駆動回路を構成する夫々のスイッチ素子は逆並列接続したダイオードを備えている。また、電流センサ7<sub>1</sub>、7<sub>2</sub>、7<sub>3</sub>はスイッチ素子2、4、6のソース端子と直流電源のマイナス極との間に夫々設けられている。上述したスイッチ素子2、4、6のオン電流のみを検出するために、電流センサ7<sub>1</sub>、7<sub>2</sub>、7<sub>3</sub>からの検出信号はダイオード20<sub>1</sub>、20<sub>2</sub>、20<sub>3</sub>を介してオペアンプ9に入力し、制御電流指令回路10からの指令値と比較される。オペアンプ9の検出信号と、3相用 $180^\circ$ デューティ、 $120^\circ$ 位相のずれた3相信号とをNOT回路11、12、13およびEXNOR回路14～19に入力させて演算し、スイッチ素子1～6のゲート信号を生成する方法は図1におけるものと同一である。

【0010】図1および図2におけるEXNOR回路14～19から出力されるゲート信号Q<sub>1</sub>～Q<sub>6</sub>の信号波形と、これらのゲート信号を入力してオン・オフ制御されるスイッチ素子1～6によって生成されるU相、V相、W相の電流波形は、図4に示すような擬似正弦波となる。即ち、6つのスイッチ素子は夫々2つのスイッチ素子より成るハーフブリッジ回路3組によって構成しており、PWM電流制御しながら $180^\circ$ 通電し、3回路は夫々 $120^\circ$ 位相をずらして運転される。このために電流方向は $60^\circ$ 毎に切り替わっていることが判る。スイッチ素子に流れ込む正方向電流を一括で制御し、スイッチ素子のPWMスイッチングを一括信号でオン・オフ

制御することにより、また、負荷側モータの回路インピーダンスの変化を利用することにより、モータに流れ込む電流は $60^\circ$ 毎に切り替わる擬似正弦波とすることができ、図3に示す通りである。さらに、図1に示すように、駆動回路とモータとの間に簡単なLC回路を挿入することにより、正弦波に近づけることができる。

【0011】

【発明の効果】以上説明したように、6つのスイッチ素子によって3つのハーフブリッジ回路を構成した駆動回路において、夫々のスイッチ素子に流れ込む正方向電流を一括して検出する電流センサを設け、3相用 $180^\circ$ デューティで位相差 $120^\circ$ の信号と電流センサからの検出信号とを比較制御することによって3つのハーフブリッジ回路をオン・オフ制御すると、 $60^\circ$ 毎に電流方向が切り替わる擬似正弦波電流が生成され、モータを駆動させる。従って、従来技術による安価な $120^\circ$ ドライブ回路と殆ど変らない安価な方法で擬似正弦波ドライブが可能となるので、トルクリップやモータ騒音も少ないドライブ方法を実現できる。

20 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明によるモータ駆動回路の構成を示すブロック図。

【図2】本発明によるもう1つの実施例を示すブロック図。

【図3】3相モータの駆動電流波形図。

【図4】ゲート信号とモータの各相電流の波形図。

【図5】従来技術によるモータ駆動回路の構成を示すブロック図。

【符号の説明】

30 1～6 スイッチ素子

7 電流センサ

8 モータ

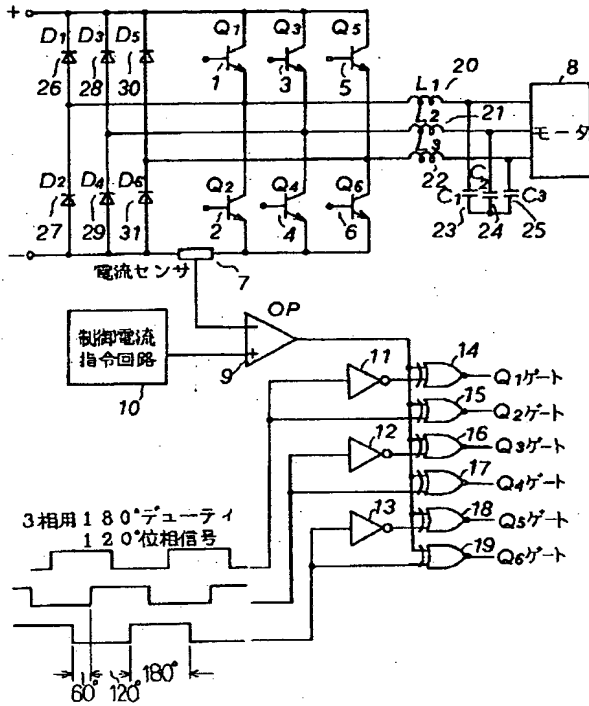
9 オペアンプ。

10 制御電流指令回路

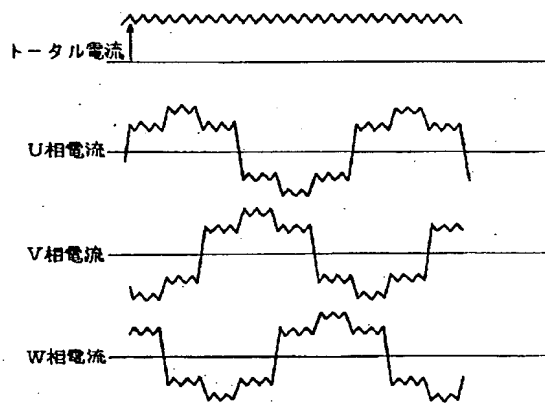
11～13 NOT回路

14～19 EXNOR回路

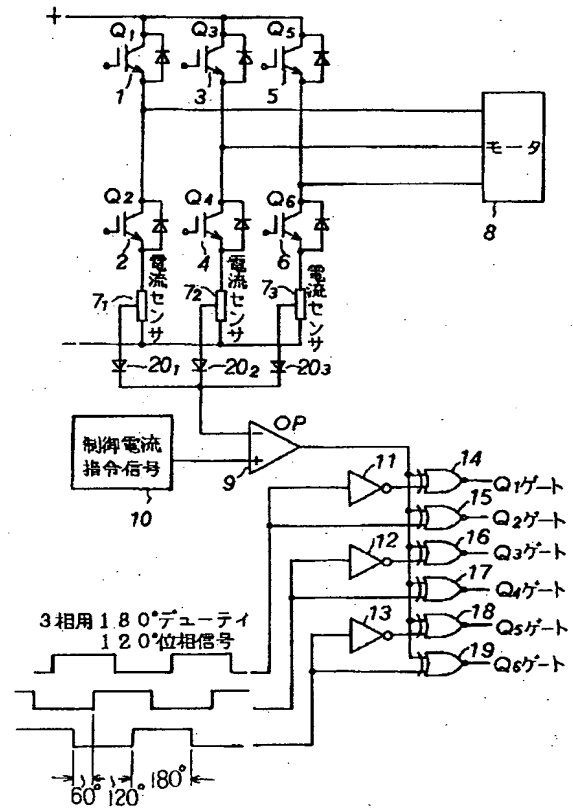
【図1】



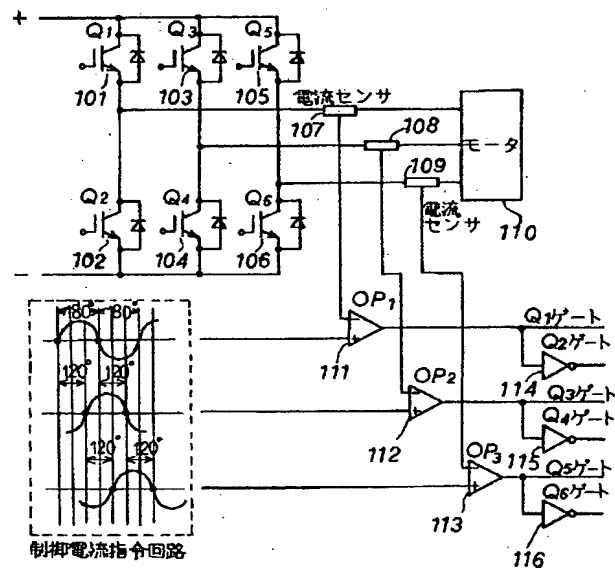
【図3】



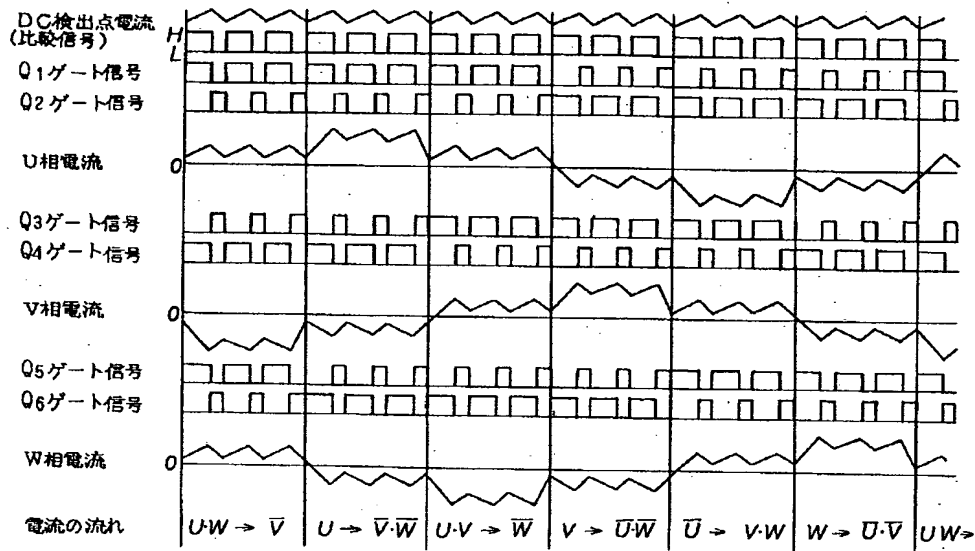
【図2】



【図5】



【図4】



## 【手続補正書】

【提出日】平成10年2月23日

## 【手続補正1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】特許請求の範囲

【補正方法】変更

【補正内容】

【特許請求の範囲】

【請求項1】 2つのスイッチ素子を直列接続したハーフブリッジ回路3組より成り、夫々のハーフブリッジ回路の両端を直流電源の両端に並列接続すると共に、夫々のハーフブリッジ回路におけるスイッチ素子同士の接続点を3相モータの出力端子に接続して構成した3相モータの駆動制御方法において、

夫々のスイッチ素子に流れ込む正方向電流のみを一括して検出する電流センサ回路と、前記3相モータに要求される回転速度やトルクに対応する制御電流指令値と前記電流センサ回路の検出電流を比較演算してPWM信号を発生させる回路を設け、

3相モータを駆動するための位相差120°の3相搬送波信号と3つのNOT回路により6つの搬送波信号を演算し、さらに、この6つの搬送波信号と前記PWM信号を6つのEXNOR回路で演算して生成した6つの信号を基に、3相モータの駆動回路を構成する3組のハーフブリッジ回路を駆動制御するようにしたことを特徴とする一括電流制御によるモータ駆動制御方法。